

PUBLICATION NUMBER : 2002235961  
PUBLICATION DATE : 23-08-02

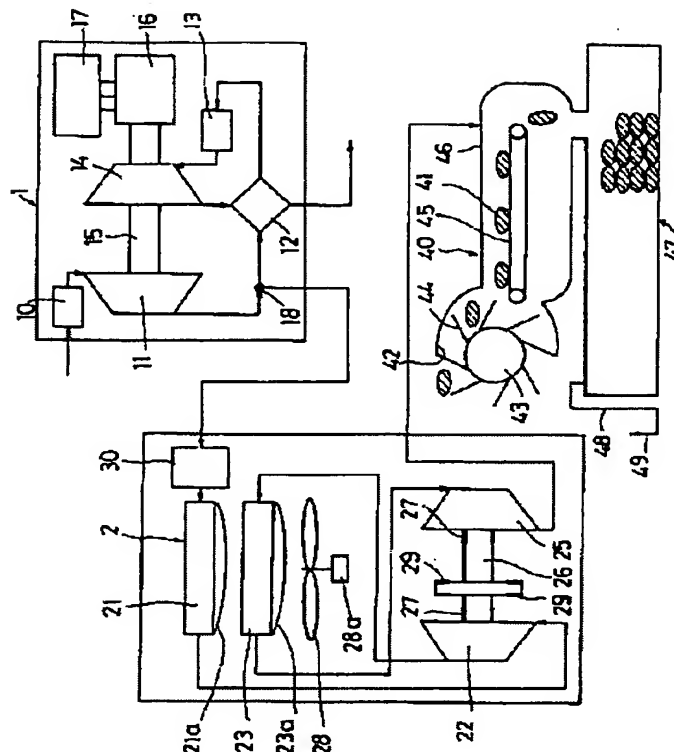
APPLICATION DATE : 09-02-01  
APPLICATION NUMBER : 2001034106

APPLICANT : SHIMADZU CORP;

INVENTOR : SAITO HIDEFUMI;

INT.CL. : F25B 9/00

TITLE : REFRIGERATING SYSTEM



**ABSTRACT :** **PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a refrigerating system, in which sufficient amount of low temperature air can be secured, which can be utilized with a good energy efficiency directly without any further treatment, and obtained cold air is suitable for refrigerating to-be-refrigerated objects.

**SOLUTION:** Compressed air of a centrifugal 1st compressor 11 of a gas turbine 1 is mixed with a fuel and the mixture is combusted. The combustion gas is expanded in a 1st turbine 14, and the compressor 11 is driven by the power recovered from the turbine 14. Air compressed by the compressor 11 is partly extracted from the turbine 1, and compressed by a centrifugal 2nd compressor 22 of a refrigerator 2. The compressor 22 is driven by the power recovered from a 2nd turbine 25 for air expansion. Air extracted from the turbine 1 is cooled before and after compression by the 2nd compressor 22, and the moisture content in the air is condensed to be removed. The air is expanded by the 2nd turbine 25, and the obtained low temperature air is blown directly on the object 41 to be refrigerated.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-235961

(P2002-235961A)

(43) 公開日 平成14年8月23日 (2002.8.23)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F 2 5 B 9/00

識別記号

3 0 1

F I

F 2 5 B 9/00

ターミナル (参考)

3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-34106(P2001-34106)

(22) 出願日 平成13年2月9日 (2001.2.9)

(71) 出願人 000001993

株式会社島津製作所

京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

(72) 発明者 三谷 壽

京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地株

式会社島津製作所内

(72) 発明者 斎藤 英文

京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地株

式会社島津製作所内

(74) 代理人 100095429

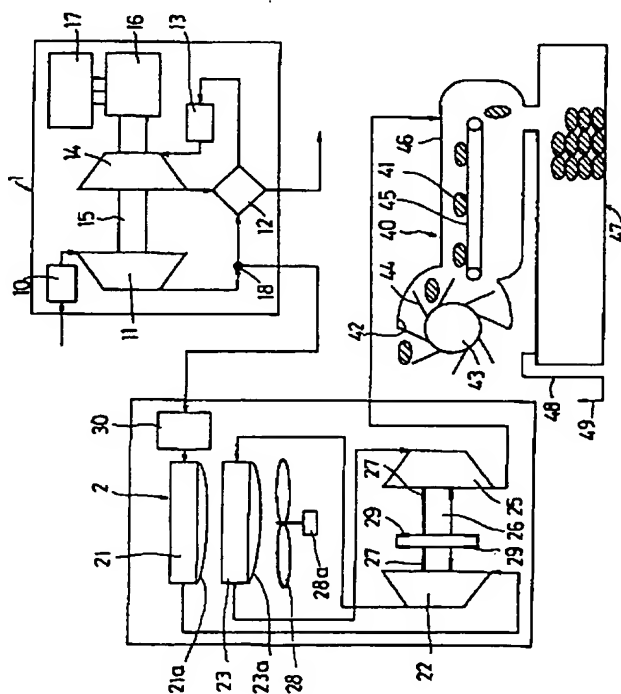
弁理士 根本 進

(54) 【発明の名称】 冷凍システム

(57) 【要約】

【課題】 エネルギー効率が良く、最終的に利用できる低温空気量を十分に確保でき、得られた低温空気での冷凍対象を直接に冷凍するのに適する冷凍システムを提供する。

【解決手段】 ガスタービン1の遠心型第1コンプレッサ11の圧縮空気を燃料と混合して燃焼させ、その燃焼ガスを膨張させる第1タービン14から回収される動力により、その第1コンプレッサ11を駆動する。第1コンプレッサ11により圧縮された空気の一部をガスタービン1から抽出して圧縮する冷凍機2の遠心型第2コンプレッサ22を、その第2コンプレッサ22により圧縮された空気を膨張させる第2タービン25から回収される動力により駆動する。ガスタービン1から抽出された空気を、第2コンプレッサ22により圧縮する前後に冷却し、その空気中の水分を凝縮させて除去する。その水分を除去された空気を第2タービン25により膨張させて得られる低温空気を冷凍対象物41に直接に吹きかける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】ガスタービンと、空気冷凍サイクルを構成する冷凍機とを備え、そのガスタービンは、空気を吸引して圧縮する遠心型第1コンプレッサと、その遠心型第1コンプレッサにより圧縮された空気を燃料と混合して燃焼させる燃焼装置と、その燃焼装置から排出される燃焼ガスを膨張させる第1タービンとを有し、その遠心型第1コンプレッサは、その第1タービンから回収される動力により駆動され、その冷凍機は、その遠心型第1コンプレッサの出口側に接続されることで、その遠心型第1コンプレッサにより圧縮された空気の一部をガスタービンから抽出して圧縮する遠心型第2コンプレッサと、そのガスタービンから抽出された空気を、その遠心型第2コンプレッサにより圧縮する前に冷却することで、その空気中の水分を凝縮させて除去する第1の凝縮手段と、その遠心型第2コンプレッサにより圧縮された空気を冷却することで、この空気中の水分を凝縮させて除去する第2の凝縮手段と、その第2の凝縮手段により冷却された空気を膨張させることで低温空気とする第2タービンとを有し、その遠心型第2コンプレッサは、その第2タービンから回収される動力により駆動され、その低温空気は冷凍対象に直接に吹きかけられる冷凍システム。

【請求項2】その遠心型第1コンプレッサにより圧縮された空気圧力が、絶対圧で3〜5気圧とされ、その遠心型第2コンプレッサにより圧縮された空気圧力が、絶対圧で4〜7気圧とされる請求項1に記載の冷凍システム。

【請求項3】そのガスタービンと冷凍機との間に、そのガスタービンから抽出された空気の濾過用固体フィルターが配置される請求項1または2に記載の冷凍システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はガスタービンを利用して低温空気を得る冷凍システムに関し、例えば、加熱調理、殺菌処理、残さ処理等、冷凍保存等の工程を有する食品加工分野や、ペットや採取用餌を含む飼料の加工分野等において、一部加工した上で冷凍された食材を用いた $-18^{\circ}\text{C}$ 以下で保存する必要のある製品を製造する際に利用できる。

## 【0002】

【従来の技術】フロンやフロン代替ガスを冷媒として用いたベアサイクル冷凍機は、オゾン破壊、温暖化等の地球環境への影響が大きいため、空気を冷媒として圧縮後に膨張させて低温空気を得ることが図られている。

【0003】例えば特許第2514898号、特開平6-273020号、特開2000-121185号においては、多段圧縮機や、膨張タービンの出力を用いて駆動される遠心型コンプレッサにより空気を圧縮し、昇温

した空気を冷却し、しかる後に膨張タービンで膨張させることで低温空気を得ている。また、特開平2-97850号や特開2000-121184号では、モータや内燃機関により駆動される第一段コンプレッサにより空気を圧縮し、昇温した空気を冷却し、次に膨張タービンの出力を用いて駆動される第二段遠心型コンプレッサにより圧縮した後、昇温した空気を再度冷却し、しかる後に膨張タービンで膨張させることで低温空気を得ている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】空気を冷媒とする場合、その空気の水質が重要である。まず、空気中に水分を含んでいる場合、膨張した際に凝結熱により所定の温度まで低温にならない上、空気流路内での結露や氷結粒を生じ、結露が氷結したり氷結粒が固まり流路の閉塞を生じて性能劣化を引起す。特開2000-121185号においては、コンプレッサに導入される空気と得られた低温空気との間で全熱交換することで、空気中の水分を除去することが図られている。しかし、実用的な寸法の全熱交換器では交換効率が十分でなく、かなりの水分が除去されずに冷媒空気中に残存することになる。そのため、冷媒空気に含まれる水分が空気流路内において結露や氷結して冷凍性能を低下させるのみならず、冷凍対象として食品を扱う場合には、その全熱交換器を介して吸入された細菌が結露部において繁殖するという問題が起きる。特許第2514898号では圧縮前の空気からフィルターで塵埃等を除去しているが、細菌まで除去できるフィルターはその目が細かく、圧力損失でその前の加圧が相殺されるため実用的ではない。特開平6-273020号では、空気冷凍サイクルを閉サイクルとすることで、冷媒空気を乾き空気とすると共に細菌が侵入することがないものとしている。しかし、空気冷凍サイクルを閉サイクルとすると、冷凍庫等において順次製造される冷凍対象を流れ作業で低温部に入れ、これに低温空気を直接に吹きかけるラインの用途に利用することができない。また、空気冷凍サイクルを閉サイクルとすることなく、最終的に得られる低温空気の温度を $-50^{\circ}\text{C}$ 以下にするような場合、従来は圧縮されて昇温した空気を、得られた低温空気を還流させて冷却していた。そのため、最終的に常温までの温度落差を十分利用できないという問題がある。さらに、特許第2514898号においては、圧縮された空気を還流した低温空気により膨張タービン入口において $-17.8^{\circ}\text{C}$ 以下まで冷却するため、空気中の水蒸気が氷粒子として析出して熱交換器の熱交換面に付着するのを防止するため、分子篩のような水分や汚染物を除去する物質を充填した容器を空気流路に配置することを開示している。しかし、実際の冷凍庫等に低温空気を供給することを考えた場合、膨張タービンに供給される空気は相当な流量になることから、その水分や汚染物を除去するための物質や充填容器のため

に、膨張タービン等の機器の何倍もの大きなスペースを確保する必要があり、大がかりなものとなっていた。また、冷媒として使用する空気を遠心型タービンにより圧縮する場合、遠心型タービンの性能を十分に引き出すには空気流量が多くなるため、それだけの空気流量を必要としない規模の空気冷凍サイクルを構築しようとする、エネルギー効率が低下するという問題がある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の冷凍システムは、ガスタービンと、空気冷凍サイクルを構成する冷凍機とを備える。そのガスタービンは、空気を吸引して圧縮する遠心型第1コンプレッサと、その遠心型第1コンプレッサにより圧縮された空気を燃料と混合して燃焼させる燃焼装置と、その燃焼装置から排出される燃焼ガスを膨張させる第1タービンとを有し、その遠心型第1コンプレッサは、その第1タービンから回収される動力により駆動される。その冷凍機は、その遠心型第1コンプレッサの出口側に接続されることで、その遠心型第1コンプレッサにより圧縮された空気の一部をガスタービンから抽出して圧縮する遠心型第2コンプレッサと、そのガスタービンから抽出された空気を、その遠心型第2コンプレッサにより圧縮する前に冷却することで、その空気中の水分を凝縮させて除去する第1の凝縮手段と、その遠心型第2コンプレッサにより圧縮された空気を冷却することで、この空気中の水分を凝縮させて除去する第2の凝縮手段と、その第2の凝縮手段により冷却された空気を膨張させることで低温空気とする第2タービンとを有し、その遠心型第2コンプレッサは、その第2タービンから回収される動力により駆動される。その低温空気は冷凍対象に直接に吹きかけられる。本発明の構成によれば、ガスタービンの遠心型第1コンプレッサにより外気から取り入れて圧縮した空気を、そのガスタービン自身の第1タービンを駆動するために消費すると共に、冷凍機により構成される空気冷凍サイクルの冷媒として利用する。これにより、ガスタービンの遠心型第1コンプレッサの性能を十分に引き出す上で充分な空気流量を確保し、その中から空気冷凍サイクルに必要なだけ抽気し、残りをガスタービン自身で効率良く消費できる。そのガスタービンから冷凍機に送られた空気を減圧することなく冷却することで、その空気中の水分を凝縮して除去することができる。その空気を冷凍機の第2タービンの動力で駆動される遠心型第2コンプレッサにより圧縮した後に減圧することなく冷却することで、その空気中の水分を凝縮して除去することができる。これにより、その空気中に含まれている水分の殆どを、冷凍機の第2タービンによる膨張前に除去できる。よって、その空気を冷凍機の第2タービンにより絶対圧で1気圧まで膨張させて低温空気とする際に、水分の析出はほとんど生じない。

【0006】その遠心型第1コンプレッサにより圧縮さ

れた空気圧力が、絶対圧で3〜5気圧とされ、その遠心型第2コンプレッサにより圧縮された空気圧力が、絶対圧で4〜7気圧とされるのが好ましい。その遠心型第1コンプレッサにより圧縮された空気圧力を絶対圧で3気圧以上とすることにより、その遠心型第1コンプレッサの圧縮比を、ガスタービンが安定した性能を奏する上で好ましい3以上の値にできる。また、圧縮された空気を昇温することができ、冷凍機に供給される空気中の細菌を殺菌する上で好ましい。その遠心型第1コンプレッサにより圧縮された空気圧力が5気圧以下であることにより、ガスタービンを耐圧のために大型化する必要がなく、いわゆるマイクロガスタービンを用いることもできる。また、その遠心型第2コンプレッサにより圧縮された空気圧力が、絶対圧で4〜7気圧とされることで、その冷凍機における圧縮の前後における空気の冷却を、熱機関により加熱、冷却されていない常温の流体により行っても、その空気中の水分の殆どを凝縮して除去することができる。これにより、空気流路内での結露や氷結による性能劣化を防止できる。また、得られる低温空気を圧縮された空気の冷却のために冷凍サイクルに還流する必要がないので、最終的に利用できる低温空気量が減少することもない。

【0007】そのガスタービンと冷凍機との間に、そのガスタービンから抽出された空気の汎用固体フィルターが配置されるのが好ましい。そのフィルターは、細菌を濾すような目の細かいフィルターではなく、圧縮時の温度に維持できるような固体フィルターを採用できる。これにより、高温の空気中でも死滅しなかった細菌を、気体よりも熱伝導率の大きな固体のフィルターに接触させて死滅させることができる。

【0008】その第1タービンにより駆動される発電機が設けられ、各凝縮手段は空気を流体との熱交換により冷却する熱交換器を有し、抽出空気量に応じて、その発電機の発生電力を得るとともに、その一部により、その熱交換機への流体供給機器が駆動されるのが好ましい。これにより、ガスタービンの出力を有効に利用できる。

【0009】

【発明の実施の形態】図1に示す冷凍システムは、マイクロガスタービン1と、空気冷凍サイクルを構成する冷凍機2とを備えている。

【0010】そのガスタービン1は、吸気フィルター10を介して吸込んだ空気を、単段の遠心型第1コンプレッサ11で略断熱圧縮し、レギュレータ12により排出ガスと熱交換して加熱し、燃焼装置13において吹き込まれた燃料と混合して燃焼させ、その燃焼装置13から排出される燃焼ガスを単段の第1タービン14により略断熱膨張させ、レギュレータ12を介して排出する。その排出ガスは、例えば食品の調理用機器の熱源や滅菌用高温蒸気を発生するボイラや食品かすを乾燥して肥料化したり、食品かすを消化発酵させ、メタン等を発

生させるための熱源として利用される。その第1コンプレッサ11と第1タービン14とは、回転シャフト15により同軸中心に一体回転するように連結され、その第1タービン14から回収された動力により第1コンプレッサ11は駆動される。そのシャフト15はスターモータを兼用する発電機16のロータを構成する。その発電機16はインバータ回路を内蔵するコントローラ17に接続される。このガスタービン1として、その第1コンプレッサ11の圧縮比が4程度で、その冷凍機2に後述の抽出空気を送り込むことなく単独で運転される場合には、その発電機16により約30kw〜80kw程度の発電能力を持つものを使用できる。

【0011】そのガスタービン1における第1コンプレッサ11の出口側とレキュパレータ12との間に、その第1コンプレッサ11により圧縮された空気の一部を抽出するための抽気ポート18が設けられている。その抽気ポートに冷凍機2が配管接続される。その抽出される空気の圧力は第1コンプレッサ11の圧縮比に応じて定まり、例えば圧縮比が約4であれば絶対圧で約4気圧になる。

【0012】そのガスタービン1と冷凍機2との間に、その抽気ポート18から抽出される空気の汚濁用固体フィルター30が設けられている。そのフィルター30としては、例えば金属の多孔質焼結体などの、微小な多くの通気孔を有すると共に加熱された場合は高温を維持し易いものが好ましい。その第1コンプレッサ11により圧縮された空気は高温となり、例えば圧縮比が約4であれば150〜180℃程度になっているので、そのフィルター30も同程度の温度まで加熱される。これにより、その高温の空気中でも死滅しなかった細菌を、気体よりも熱伝導率の大きな固体のフィルター30に接触させて死滅させることができるので、その空気を冷却して得た低温空気を食品等に直接に吹きかけて冷却するのに適する。

【0013】その冷凍機2は、フィルター30を通過した空気を、図2にも示す第1熱交換器21、単段の遠心型第2コンプレッサ22、第2熱交換器23、単段の第2タービン25を用いて低温空気とする。すなわち、その遠心型第2コンプレッサ22は、その入口が上記遠心型第1コンプレッサ11の出口側の抽気ポート18に接続されることで、その遠心型第1コンプレッサ11により圧縮された空気の一部をガスタービン1から抽出して略断熱圧縮する。その第1熱交換器21は、ファン28により送風される外気で冷却され、そのガスタービン1から抽出された空気を、その遠心型第2コンプレッサ22により圧縮する前に冷却する。そのファン28の駆動用モータ28aは、上記ガスタービン1により駆動される発電機16の発生電力により駆動されるのが好ましい。その第1熱交換器21による冷却によって凝縮された空気中の水分は、フィルター（図示省略）で除去さ

れ、その第1熱交換器21の下部のパン21aに回収される。その遠心型第2コンプレッサ22の圧縮比は約2程度とするのが好ましい。例えば、その第2コンプレッサ22の圧縮比を約1.5〜2、上記ガスタービン1の第1コンプレッサ11の圧縮比を約4にすると、フィルター30と第1熱交換器21での圧損を考慮して、その第2コンプレッサ22の出口における空気は、絶対圧で約7気圧、120℃以上になる。この第2コンプレッサ22により圧縮された空気が第2熱交換器23により冷却され、ここでは、略常温近くまで冷却されるのが好ましい。その第2熱交換器23は、上記ファン28により送られる外気の流れの中において、上記第1熱交換器21の上流に配置され、その外気により冷却される。その第2熱交換器23による冷却によって凝縮された空気中の水分は、フィルター（図示省略）で除去され、その第2熱交換器23の下部のパン23aに回収される。その第2熱交換器23により略常温近くまで冷却された空気が、第2タービン25により略断熱膨張されることで低温空気となる。その第2タービン25と第2コンプレッサ22とは、回転シャフト26により同軸中心に一体回転するように連結され、第2タービン25から回収された動力により第2コンプレッサ22は駆動される。その回転シャフト26は、ラジアルフォイルベアリング27とスラストフォイルベアリング29とによって支持されている。これらベアリング27、29は、回転体を支持するフォイル状の部材によって構成されている動圧ガスベアリングであり、フォイル表面に空気を巻き込むことで動圧を発生して回転体を支持するもので、回転シャフト26との接触部がなく、食品に悪影響のある潤滑油の使用を避けることができる。

【0014】その冷凍機2により得られた低温空気は一気に冷凍槽40に供給され、その冷凍槽40内の冷凍対象41は低温空気が直接に吹きかけられることで急冷される。本実施形態では、その冷凍槽40においては、入口42から順次投入される冷凍対象41が、ロータ43により旋回される投入バケット44によりコンベア45に送り込まれることで、搬送チューブ46内を移動する。そのチューブ46内に、低温空気が高速の旋回流となるように冷凍機2から吹き込まれる。その低温空気の旋回流に直接当たることで冷凍対象41は急冷される。また、一部の低温空気は、その冷凍槽40の入口42と投入バケット44との隙間から流出することで、外気が冷凍槽40に侵入するのを防止する。その急冷された冷凍対象41は保冷库47に送り込まれて貯蔵される。その冷凍対象41を冷却した低温空気は、温度上昇するが、十分に低温であることから保冷库47に流し込まれ、保冷库47内を−18℃よりも低温に維持するのに利用され、さらに、その保冷库47の外壁面に沿い設けられた管48に送り込まれて保冷库47外からの熱の遮断に利用され、しかる後に排気ダクト49から排出され

る。

【0015】上記構成によれば、ガスタービン1における遠心型第1コンプレッサ11により外気から取り入れて圧縮した空気を、ガスタービン1自身の第1タービン14を駆動するために消費すると共に、冷凍機2により構成される空気冷凍サイクルの冷媒として利用するので、その第1コンプレッサ11の性能を十分に引き出す上で十分な空気流量を確保し、その中から空気冷凍サイクルに必要なだけ抽気し、残りをガスタービン1自身で効率良く消費できる。その遠心型第1コンプレッサ11により圧縮された空気圧力を絶対圧で3気圧以上とすることにより、その第1コンプレッサ11の圧縮比を、ガスタービン1が安定した性能を奏する上で好ましい3以上の値にできる。この場合、圧縮された空気は容易に120℃以上に昇温される。さらに、その圧縮比を4程度以上とすれば、圧縮された空気を150℃～180℃程度以上に昇温できる。よって、冷凍機2に供給される空気中の細菌を殺菌する上で好ましい。その遠心型第1コンプレッサ11により圧縮された空気圧力が5気圧以下であることにより、ガスタービン1を耐圧のために大型化する必要がなく、いわゆるマイクロガスタービンを用いることもできる。そのガスタービン1から冷凍機2に送られた空気を減圧することなく冷却することで、その空気中の水分を凝縮して除去することができる。その空気を冷凍機2の第2タービン25の動力で駆動される遠心型第2コンプレッサ22により圧縮した後に減圧することなく冷却することで、その空気中の水分を凝縮して除去することができる。これにより、その空気中に含まれている水分の殆どを、冷凍機2の第2タービン25による膨張前に除去できる。よって、その空気を冷凍機2の第2タービン25により絶対圧で1気圧まで膨張させて低温空気とする際に、水分の析出はほとんど生じない。その膨張前の空気に微量の水蒸気が含まれていても、膨張後に出る水蒸気の量はかすかに霧状に見える程度であって氷着するようなことはない。これにより、空気流路内での結露や氷結による性能劣化を防止できる。その空気の第2タービン25での膨張比が高い程に、膨張後に到達する空気温度は低くなる。例えば、膨張前に絶対圧で5気圧（約506.5kPa）、27℃の空気は、膨張後に容易に-50℃以下の低温空気になる。また、ガスタービン1により駆動される発電機16によりファン28の駆動用電力を供給したり、そのガスタービン1の排出ガスを熱機関用空気として利用し、エネルギー効率の良い空気冷凍システムを構築することができる。ガスタービン1は一般的なピストンタイプの内燃機関に比べて高温の熱源として利用し易く、例えば得られる低温空気による冷凍対象41が食品や飼料の場合、そ

の排出ガスを調理用機器の熱源や滅菌用高温蒸気を発生するボイラ等の熱源として有効に利用できる。また、空気中の水分除去と細菌除去ができ、得られた低温空気では食品を直接に冷凍するのに適する。さらに、得られた低温空気により膨張前の空気を冷却することはないので、冷凍対象41を入れる冷凍空間を密閉する必要がない。よって、冷凍空間として上記のように連続して冷凍対象41を投入する開口を有する構造を採用でき、頻繁に扉の開閉を行う保冷庫のような冷凍空間にも対応でき、さらに、冷凍空間からオーバーフローする冷気は投入される冷凍対象41を予冷したり、冷凍空間を冷気でシールドするために利用できる。なお、マイクロガスタービン1からの抽出空気は、マイクロガスタービン1の運転の立ち上がり時などにはその抽出空気圧力が不安定であり、運転停止時には燃焼装置の空気が逆流して抽出空気に燃料臭が混じる場合があるため、基本的にはマイクロガスタービン1の運転が安定状態に達してから冷凍装置への通路を開き、マイクロガスタービン1を停止する前にその通路を閉じてから停止のプロセスに入るといった運転方法を、基本的に採用するのが好ましい。そのため、そのガスタービン1と冷凍機2との間における抽気通路の入口に、開閉バルブを設けるのが好ましい。

【0016】本発明は上記実施形態に限定されない。例えば、上記実施形態では冷凍機2において圧縮空気を外気により冷却したが、ポンプにより供給される水等の液体により冷却し、そのポンプをガスタービンにより駆動される発電機の発生電力により駆動してもよい。

【0017】

【発明の効果】本発明によれば、エネルギー効率が良く、最終的に利用できる低温空気量を十分に確保でき、得られた低温空気では食品等の冷却対象を直接に冷凍するのに適する冷凍システムを提供できる。

【図面の簡単な説明】

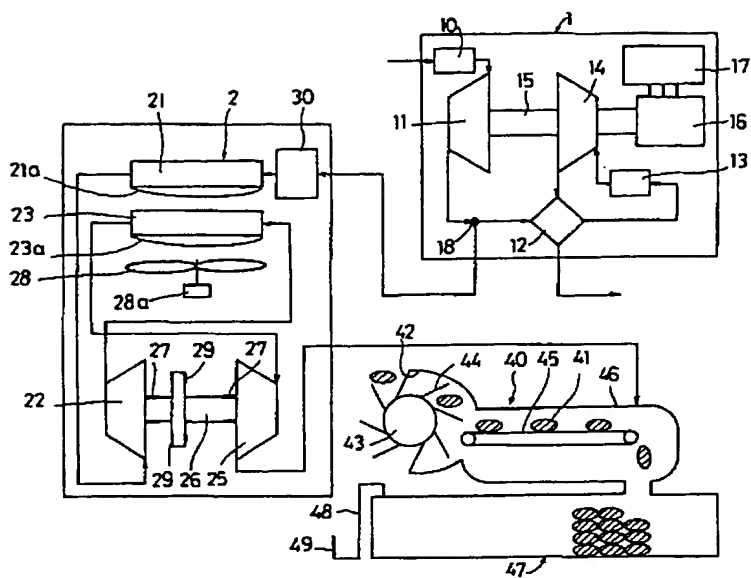
【図1】本発明の実施形態の冷凍システムの構成説明図

【図2】本発明の実施形態の冷凍機の斜視図

【符号の説明】

- 1 ガスタービン
- 2 冷凍機
- 11 遠心型第1コンプレッサ
- 13 燃焼装置
- 14 タービン
- 21 第1熱交換器
- 22 遠心型第2コンプレッサ
- 23 第2熱交換器
- 25 タービン
- 30 フィルター

【図1】



【図2】

